

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KAZUAKI et al

Serial No.:

Filed: December 2, 2004

For: OPTICAL FILTER

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 USC 365

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

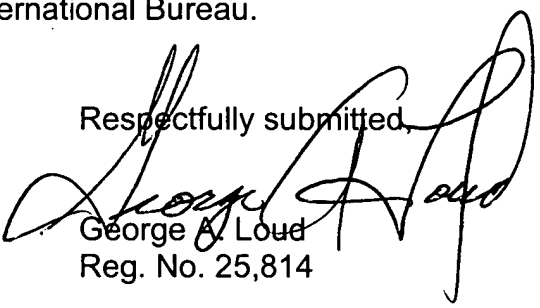
Sir:

The benefit of the filing date of Japanese Application No. 2002-217168 filed July 25, 2002, is hereby requested and the right of priority provided in 35 USC 365 is here claimed.

The captioned application corresponds to International Application PCT/JP2003/009372 filed July 24, 2003.

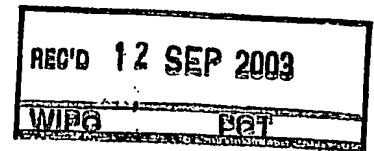
In support of this claim to priority a certified copy of said original foreign application has been forwarded by the International Bureau.

Respectfully submitted,


George A. Loud
Reg. No. 25,814

Dated: December 2, 2004

LORUSSO, LOUD & KELLY
3137 Mount Vernon Avenue
Alexandria, VA 22305
(703) 739-9393

21.08.03 ^{A2}日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 7 月 2 5 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 1 7 1 6 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 1 7 1 6 8]

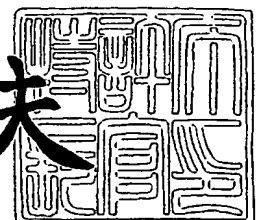
出 願 人
Applicant(s): 昭和電線電纜株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 SW200276

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/10
G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 森田 和章

【発明者】

【住所又は居所】 川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号
昭和電線電纜株式会社内

【氏名】 中村 雅弘

【特許出願人】

【識別番号】 000002255

【氏名又は名称】 昭和電線電纜株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077584

【弁理士】

【氏名又は名称】 守谷 一雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014384

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 光フィルタ
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コアと、このコアの外周に形成され、前記コアよりも屈折率の小さいクラッドからなり、前記コア部分に、受信信号の強度を許容範囲内に調整するための減衰性ドーパント及び紫外線照射によって長寿命の屈折率変化を起こさせるための感光性ドーパントを含有させるとともに、前記コア部分に入力光を選択反射させるための屈折率格子を形成したことを特徴とする光フィルタ。

【請求項 2】

コアと、このコアの外周に形成され、前記コアよりも屈折率の小さいクラッドからなり、前記コア部分に、受信信号の強度を許容範囲内に調整するための減衰性ドーパント及び紫外線照射によって長寿命の屈折率変化を起こさせるための感光性ドーパントを含有させるとともに、前記コア部分に入力光を選択反射させるための屈折率格子を形成した、所定の長さを有する光ファイバを用いたことを特徴とする光フィルタ。

【請求項 3】

屈折率格子は、チャープト・グレーチングであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光フィルタ。

【請求項 4】

チャープト・グレーチングの反射スペクトルは、入射光の波長に対して傾斜機能を有することを特徴とする請求項 3 記載の光フィルタ。

【請求項 5】

減衰性ドーパントは、Co、V、Ni、Ti、Fe、Cr及びMnを含む遷移金属元素から選択された少なくとも 1 種以上の元素からなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の光フィルタ。

【請求項 6】

感光性ドーパントは、B及びAl等の周期律表第 3 B族、Ge、Sn及びPb等の周期律表第 4 B族並びにN、P及びSb等の周期律表第 5 B族に属する元素から選択された少

なくとも1種以上の元素からなることを特徴とする請求項1乃至5いずれか1項記載の光フィルタ。

【請求項7】

感光性ドーパントは、コアの外周に形成されたクラッドに含有させたことを特徴とする請求項1乃至6いずれか1項記載の光フィルタ。

【請求項8】

光ファイバは、光コネクタ内のフェルール中に收容されていることを特徴とする請求項2乃至7いずれか1項記載の光フィルタ

【請求項9】

光コネクタは、その両端部に雄型及び雌型の接続端子が形成された光PADコネクタであることを特徴とする請求項8載の光フィルタ。

【請求項10】

光PADコネクタは、SC形、MU形、FC形又はLC形光PADコネクタであることを特徴とする請求項9記載の光フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光導波路構造を有する光フィルタに係り、特に波長多重光通信システムに使用される透過光のレベル調整機能及び入力光の波長選択反射機能又は波長選択遮断機能を有する光フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、光通信システムでは、伝送路の大容量化や高機能化を実現する目的で、1本の光ファイバに複数の波長の信号光や試験光を重畳する波長多重光伝送方式が広く採用されている。

【0003】

この方式では、送信側で複数の信号光及び試験光を合波する光合波器を、また、受信側では逆に複数の信号光や試験光を分離する光分波器や不要信号光を遮断する光ブロッキング・フィルタを使用する必要がある。

【0004】

例えば、現在の光線路においては、通信中においても線路やシステムの監視・試験が可能のように、通信光とは異なる波長の試験光を用いた光線路保守支援システムが実用化されている。このシステムにおける試験光遮断に用いるような広帯域の光ブロッキング・フィルタとして、従来は誘電体多層膜フィルタが広く用いられてきた。しかし、この誘電体多層膜フィルタは、実装時光ファイバと結合させるための煩雑な調整・固定作業が必要である難点があるため、光ファイバのコアに屈折率格子を形成したファイバグレーチング（以下、FBGという）を使用したFBG形光フィルタへの置き換えが進んでいる。この光フィルタは、無調整で実装可能である他、低コストである利点を有する。

【0005】

また、受信側では、受信機が許容可能な信号レベルに上限があるため、受信機に入る信号の強度を許容範囲内に調整する目的で減衰器等の受光レベル調整器が必要となる場合がある。このような受光レベル調整器として、光通信システムでは光固定減衰器が一般的に使用されており、光ファイバのコア及びクラッドに反射の発生を抑制しつつ透過信号を減衰させるために、コア軸に対して傾斜した金属薄膜層又はエアギャップを形成した金属薄膜方式又はエアギャップ方式の光固定減衰器あるいは光ファイバのコアに減衰性ドーパントを添加した金属ドープファイバ方式の光固定減衰器が知られているが、構造が簡単で特性安定性及びパワー耐力が高いことから、金属ドープファイバ方式の光固定減衰器が、現在主流となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、波長多重伝送方式では、受信側において光ブロッキング・フィルタや光固定減衰器が必要である場合、それぞれの機能を有する部品を別個に製作し、これらの部品を接続して使用することが行なわれており、この場合、以下のような問題があった。

【0007】

即ち、近年の光通信システムでは、部品や機器の実装・高密度化や低コスト化

の要請が極めて増大しており、従来の複数の部品を接続する方式では、

イ) 実装容量を小さくすることが困難である。

【0008】

ロ) 製造及び施工の低コスト化が困難である。

【0009】

ハ) 接続点が増加することにより接続損失が増加し、信頼性が低下する。

という問題がある。

【0010】

以上の問題を解決する手段として、FBG内蔵SC形光コネクタと金属薄膜方式又はエアギャップ方式の光固定減衰器とを組合わせて光減衰機能を有するコネクタを形成することが考えられるが、FBG内蔵SC形光コネクタと金属薄膜方式又はエアギャップ方式の光固定減衰器とを組合わせた場合には、以下のような難点を生ずる。

【0011】

即ち、金属薄膜方式又はエアギャップ方式の光固定減衰器では、金属薄膜層又はエアギャップをフェルール内の光ファイバのコア及びクラッドのほぼ中心部に形成する必要があるために、実装可能なFBG長さがフェルールの約半分の長さに制限され、これによるFBGの設計の自由度が低下し、広帯域で、かつ高遮断特性を付与することが困難となる。

【0012】

本発明は、以上の問題を解決するためになされたもので、FBG内蔵SC形光コネクタ等の光フィルタと金属ドープファイバ方式の光固定減衰器とを組合わせることにより、FBGの設計の自由度が大きく、広帯域で、かつ高遮断特性を有する光減衰機能を有する光フィルタを提供することをその目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために、本発明による光フィルタは、コアと、このコアの外周に形成され、前記コアよりも屈折率の小さいクラッドからなり、前記コア部分に、受信信号の強度を許容範囲内に調整するための減衰性ドーパント及び紫

外線照射によって長寿命の屈折率変化を起こさせるための感光性ドーパントを含有させるとともに、前記コア部分に入力光を選択反射させるための屈折率格子を形成したものである。

【0014】

また、本発明による他の光フィルタは、コアと、このコアの外周に形成され、前記コアよりも屈折率の小さいクラッドからなり、前記コア部分に、受信信号の強度を許容範囲内に調整するための減衰性ドーパント及び紫外線照射によって長寿命の屈折率変化を起こさせるための感光性ドーパントを含有させるとともに、前記コア部分に入力光を選択反射させるための屈折率格子を形成した、所定の長さを有する光ファイバを用いたもので、光コネクタ等への適合性を有するものである。

【0015】

以上の発明において、コア部分に入力光を選択反射させるための屈折率格子を、コアの軸方向で格子間隔が連続的に変化するチャープト・グレーチングに形成し、入射光の波長に対して傾斜機能を有するようにすることが好ましい。

【0016】

また、以上の発明において、減衰性ドーパントとしては、遷移金属元素の内Co、V、Ni、Ti、Fe、Cr及びMnから選択された少なくとも1種以上の元素を用いることが好ましく、また、感光性ドーパントとしては、B及びAl等の周期律表第3B族、Ge、Sn及びPb等の周期律表第4B族並びにN、P及びSb等の周期律表第5B族に属する元素から選択された少なくとも1種以上の元素を用いることが好ましい。

【0017】

上記の感光性ドーパントはコアに含有されるが、コアの外周に形成されたクラッドにも含有させることにより、基底モードからクラッドモードへの結合を抑制することができる。

【0018】

本発明による光ファイバは、その外側に配置されたフェルールに保護され、その両端部に雄型及び雌型の接続端子が形成された光PADコネクタ内部に収容して使用することが好ましい。この場合において、光PADコネクタは、SC形光コネク

タ (F04形光ファイバコネクタ/JIS C5973)、MU形光コネクタ (F14形光ファイバコネクタ/JIS C5983)、FC形光コネクタ (F01形光ファイバコネクタ/JIS C5970) 又はLC形光コネクタ等の規格化されたコネクタ内に収容された状態で使用することにより汎用性を広げることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0020】

図1は本発明の光フィルタの一実施例を示したもので、光フィルタ1は、コア2と、このコアの外周に形成されたコアよりも屈折率の小さいクラッド3を備えている。このクラッド3は2層又は3層構造とすることもでき、クラッド3を2層構造とする場合には、2層目のクラッドの屈折率を1層目のクラッドの屈折率より高くし、一方、クラッド3を3層構造とする場合には、更に3層目のクラッドの屈折率を2層目のクラッドの屈折率より低くする。このような屈折率構造を形成することにより、接続部で発生するクラッドモードが基底モードに再結合することを防止し、FGBで発生するクラッドモードが基底モードに再結合して波長特性にビートと呼ばれる周期構造が発生することを防止する効果が得られる。

【0021】

上記のコア2の部分にはCoやV等の1種以上の減衰性ドーパント及びB、Al、Ge、Sn、Pb、N、P、Sb等から選択された1種以上の感光性ドーパントが含有されている。減衰性ドーパントは、受信信号の強度を許容範囲内に調整するために含有され、一方、感光性ドーパントは、コア部分に入射する入力光を選択反射させるための屈折率格子を形成するために含有される。

【0022】

以上のGe等の感光性ドーパントは、クラッドモードの発生を抑制するために、コア外周のクラッド3に含有させることもでき、Geを用いた場合には屈折率が増加するため、同時にクラッド3に屈折率低下元素であるBやFが含有される。

【0023】

コア2の長さLの中央部分には、屈折率の高い領域Hの周期的変調構造部Gが形

成されている。この屈折率の周期的変調構造部の変調周期は、基底モードの波長に対してBragg反射を満足するBragg回折格子に対応しており、所謂、短周期FBGである。図1においては、この周期的変調構造が特定の波長範囲でBragg反射を生ずるように、格子間隔がコア2の軸方向に沿って連続的に変化するチャープト・グレーチングを示している。

【0024】

図2は、上記のチャープト・グレーチングの入力光に対する光帯域遮断機能を示しており、入力光の帯域中の短波長成分（点線）は格子間隔の短い光フィルタ1の入口側で反射され、一方、入力光の帯域中の長波長成分（実践）は格子間隔の長い光フィルタ1の出口側で反射され、他の帯域成分は受信信号として光フィルタ1を通過する。

【0025】

図3は、本発明による光ファイバ用いたSC形光PADコネクタの縦断面図を示したもので、SC形光PADコネクタ4は、基本的に上述の光フィルタである光ファイバ5（同図では、クラッドは省略してある。）の所定の長さをフェルール6で保護し、ハウジング7内に嵌合したもので、一端は雄型の接続端子を、他端は雌型の接続端子に形成されている。

【0026】

【実施例】

以下本発明の一実施例について説明する。

【0027】

コア径8 μ m、ファイバ長(L)22mm、比屈折率差0.3%の光ファイバのコア部分の全長に亘ってGe及びCo（Co濃度6,000ppm）を含有させ、減衰率(A)0.2dB/mmの光減衰ファイバを作成した。

【0028】

この光減衰ファイバにKrFエキシマレーザ($\lambda=248\text{nm}$)を用いて位相マスク法により、チャープト・グレーチングを形成して光フィルタを作成した。このチャープト・グレーチングの位相マスクの中心ピリオド(2 Λ)は1140nm、ピリオドのチャープ率(C)は0.5nm/mm、チャープトFBGの長さ(G)は20mm、FBG中の

実効屈折率 (N) は1.447、屈折率変調は 3×10^{-3} 、光減衰ファイバの入射端からFBG入射端までの距離 (D) は1.0mmである。

【0029】

以上のようにして作成した光フィルタのFBGの反射帯域幅、FBGで反射される最短反射波長と最長反射波長との光路差及び減衰量差、反射スロープ、最大反射率は以下のようになる。

【0030】

ア) 反射帯域幅

$$\text{実効屈折率 (N)} \times \text{チャープ率 (C)} \times \text{FBGの長さ (G)} = 14.47\text{nm}$$

イ) 光路差

$$2 \times \text{FBGの長さ (G)} = 40\text{mm}$$

ウ) 減衰量差

$$\text{光路差 (イ)} \times \text{減衰率 (A)} = 8 \text{ dB}$$

エ) 反射スロープ

$$\text{減衰量差 (ウ)} / \text{反射帯域幅 (ア)} = 0.553 \text{ dB/nm}$$

オ) 最小反射減衰量

$$2 \times \text{減衰率 (A)} \times \text{FBG入射端までの距離 (D)} = 0.4 \text{ dB}$$

上記の光フィルタの透過スペクトラム、即ち、入力波長 (nm) と透過率 (dB) との関係を図4に、また、反射スペクトラム、即ち、入力波長 (nm) と反射率 (dB) との関係を図5に示す。

【0031】

図4において、点線 (SMF-FBG) は減衰ドーパントを含有していないシングルモードFBGファイバを示し、実線 (ATT-FBG) は実施例の光フィルタを示す。また、図5において、点線 (SMF-FBG: 短→長) は減衰ドーパントを含有していないシングルモードFBGファイバにおいて、格子間隔の短い側から長い側へ光が入力する場合を、また、太い実線 (ATT-FBG: 短→長) は実施例の光フィルタにおいて、格子間隔の短い側から長い側へ光が入力する場合を示し、細い実線 (ATT-FBG: 長→短) は実施例の光フィルタにおいて、格子間隔の長い側から短い側へ光が入力する場合を示している。

【0032】

以上のコアの軸方向で格子間隔が連続的に変化するチャープトFBGにおいては、図2に示すように、入力光の波長によってFGB中での反射点が異なる。このため、入力光の波長に応じて反射光の光路長が異なり、長波長ほど光路長が長くなる。

【0033】

一方、減衰ファイバでは、光路長がその減衰量を決定するため、チャープト・グレーチングの反射スペクトルは、入射光の波長に対して傾斜機能を有することになる。即ち、チャープトFBGの反射スペクトルは、図5に示すように、波長特性（スロープ）を生じ、入力光が格子間隔の短い側から入射した場合には、長波長側の反射率が低くなるスペクトル特性が、逆に入力光が格子間隔の長い側から入射した場合には、短波長側の反射率が低くなるスペクトル特性が得られることとなる。

【0034】

このようなスペクトル特性は、波長特性を有する減衰器等に利用することができる。即ち、減衰器には通常フラットな波長特性が要求されるが、例えば、光増幅器の利得等価器（利得平坦化フィルタ）のように、一部に波長特性が要求される場合もある。EDFA（エルビウム・ドープ・ファイバ増幅器）等では、本質的にドーパントの発光スペクトル特性に起因した波長特性を有する。この場合、減衰量の波長特性を持たせた減衰ファイバや長周期FBGにより、これを相殺する方法が用いられており、本発明の光フィルタは、このような用途に利用することができる。

【0035】**【発明の効果】**

以上述べたように、本発明の光フィルタは、金属ドープファイバ方式の光固定減衰器にFBGを形成したことにより、以下のような利点を有する。

【0036】

イ) 全長が単一のファイバにより形成されているため、実装容量を小さくすることができる。

【0037】

ロ) 長尺のFBGの実装が可能となり、FBGの設計の自由度を大きくすることができる。

【0038】

ハ) ファイバ構造の変更のみで複合機能を備えることができ、筐体や実装構造を変更することなく、既存の光部品をそのまま使用することができる。

【0039】

ニ) 接続点が減少することにより接続損失が低下し、信頼性が向上する。

【0040】

ホ) 製造及び施工の低コスト化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光フィルタの一実施例の概略を示す断面図。

【図2】

本発明の光フィルタの一実施例の入力光に対する光帯域遮断機能を示す概略断面図。

【図3】

本発明による光ファイバ用いたSC形光PADコネクタの一実施例を示す概略縦断面図。

【図4】

本発明による光フィルタの一実施例の透過スペクトラムを示す図。

【図5】

本発明による光フィルタの一実施例の反射スペクトラムを示す図。

【符号の説明】

1…光フィルタ

2…コア

3…クラッド

4…SC形光PADコネクタ

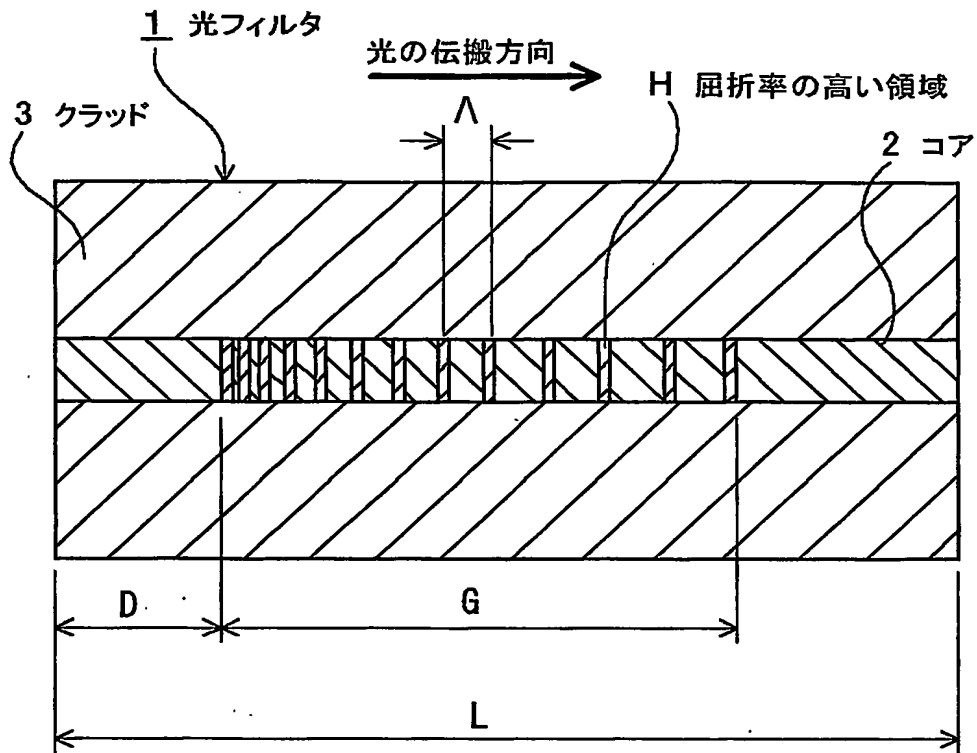
5…光ファイバ

6...フェルール

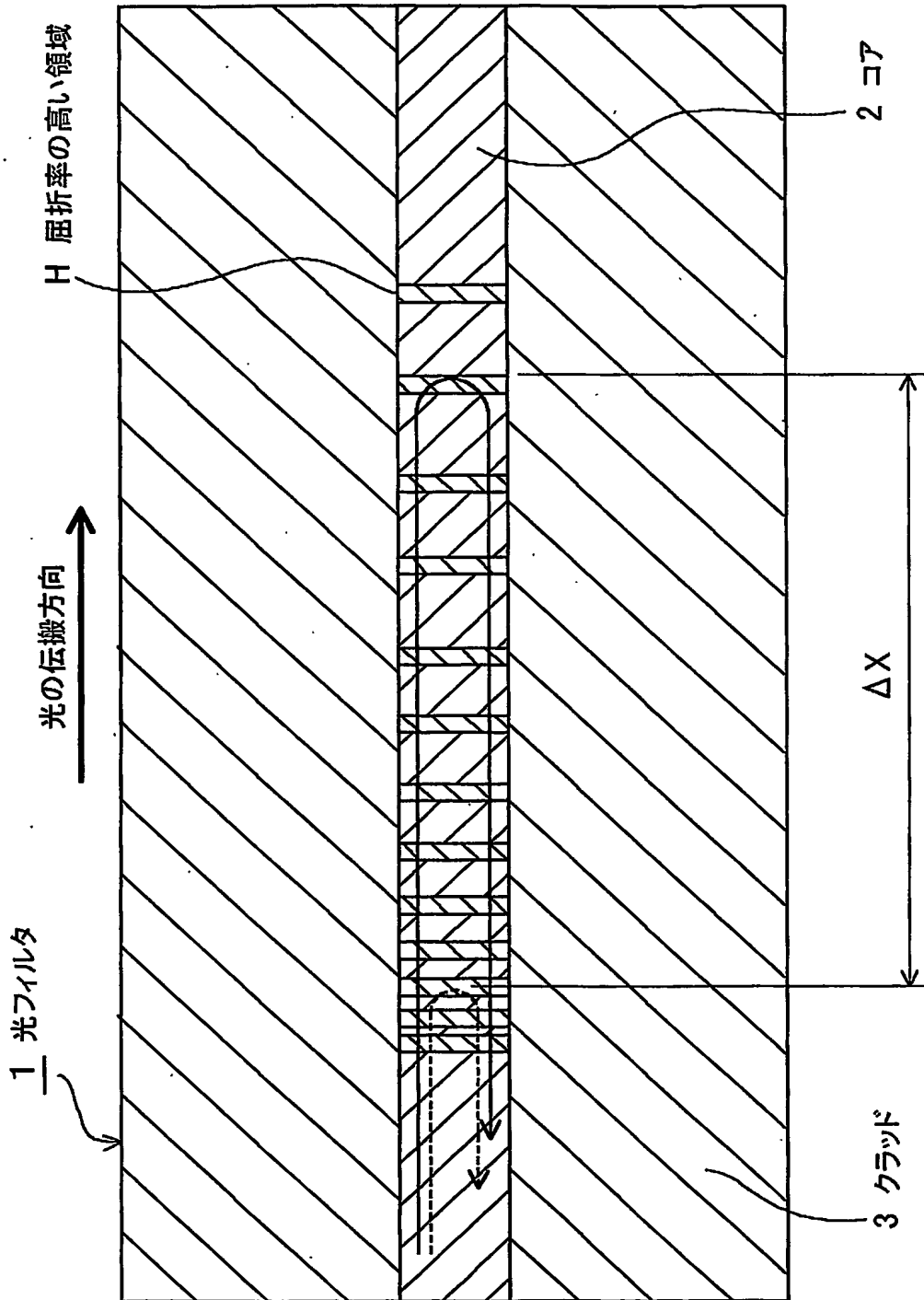
7...ハウジング

【書類名】 図面

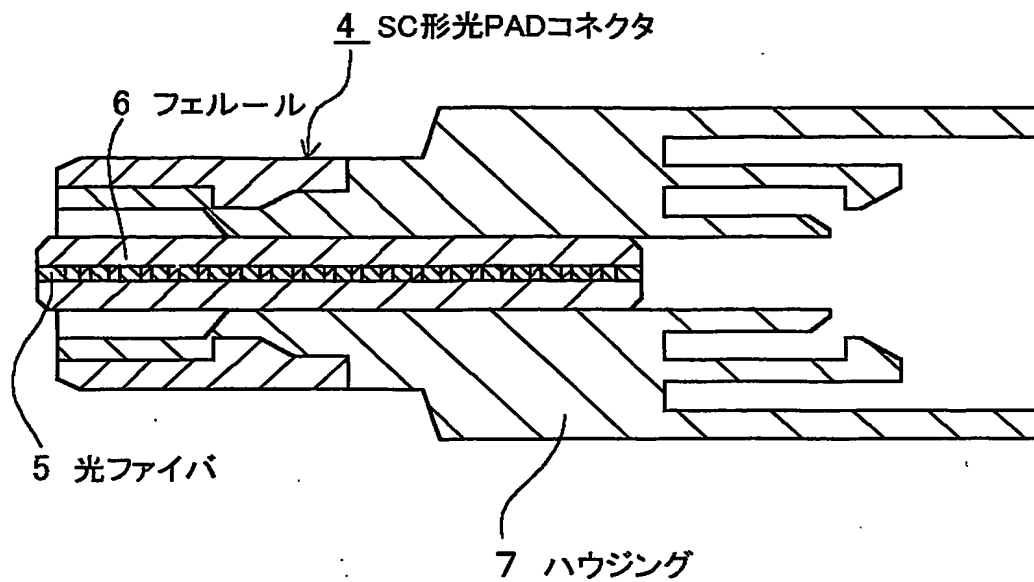
【図 1】



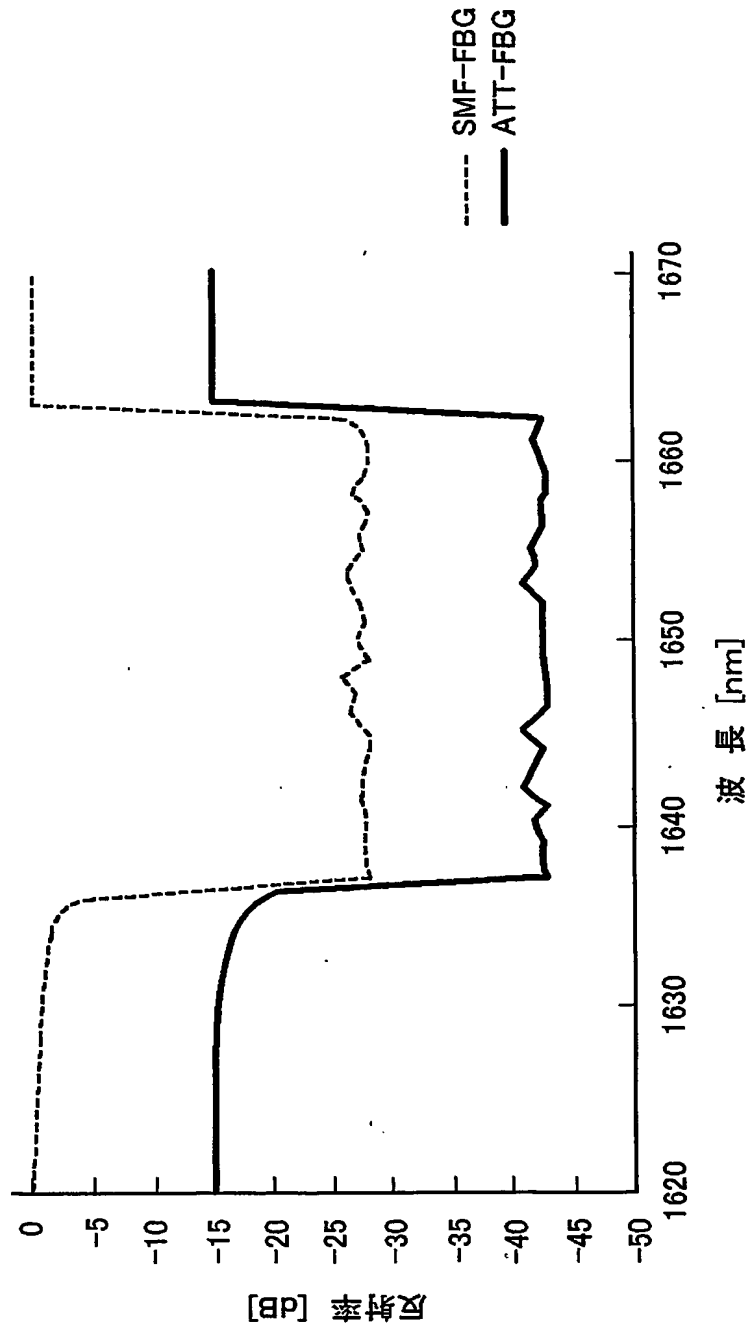
【図 2】



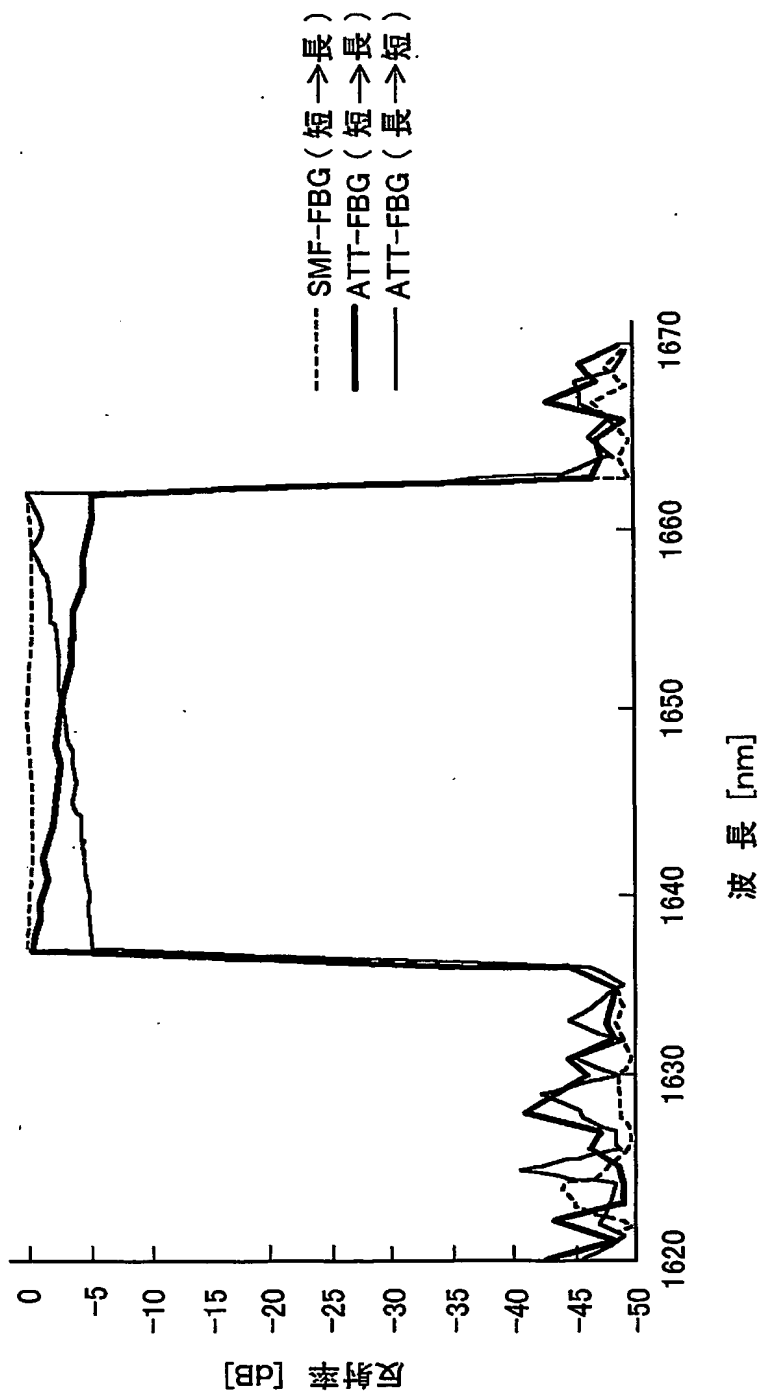
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 金属ドーブファイバ方式の光固定減衰器にFBGを形成した光ファイバを提供する。

【解決手段】 SC形光PADコネクタ4は、受信信号の強度を許容範囲内に調整するためのCoやV等の減衰性ドーパント及び入力光を選択反射させるためのGeやSn等の感光性ドーパントが含有され、長さ方向の中央部分に屈折率の周期的変調構造部であるチャプト・グレーチングが形成されたコアと、このコアの外周に形成されたコアよりも屈折率の小さいクラッドを備えた光ファイバ5の所定の長さをフェルルール6で保護し、ハウジング7内に嵌合したもので、一端は雄型の接続端子を、他端は雌型の接続端子に形成されている。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-217168
受付番号	50201099670
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 7月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月25日
-------	-------------

次頁無

特願 2002-217168

出願人履歴情報

識別番号

[000002255]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

氏 名

昭和電線電纜株式会社